

**Manual con asistencia multimedia y checklist sobre control y calidad para ensayos
de compresión a concretos estructurales, en csa ingeniería.**



Jefferson Alberto Cano Padilla

Id: 516771

Universidad Cooperativa De Colombia

Ingeniería Civil

Villavicencio-Meta

2022

**Manual con asistencia multimedia y checklist sobre control y calidad para ensayos
de compresión a concretos estructurales, en csa ingeniería.**

Jefferson Alberto Cano Padilla

Id: 516771

Trabajo De Grado Práctica Social, Empresarial Y Solidaria.

Asesor:

Mg. Roselly Faizully Vargas Pabon

Universidad Cooperativa De Colombia

Ingenieria Civil

Villavicencio-Meta

2022

Página De Aceptación

Jurado: _____

Jurado: _____

Jurado: _____

Autoridades Académicas

Doctora Maritza Rondon Rangel

Rector nacional

Doctor Cesar Augusto Perez Londoño

Director académico de la sede Villavicencio

Doctor Henry Emiro Vergara Bobadilla

Subdirector académico de la sede Villavicencio

Doctora Ruth Edith Muñoz Jimenez

Subdirectora de desarrollo institucional y financiero

Ingeniero Raul Alarcon Bermudez

Decano de la facultad de ingeniería

Ingeniero Pedro Alexander Gutierrez

Coordinador de investigación del programa de ingeniería civil.

Agradecimientos

Primeramente a Dios por la oportunidad de permitirme dar este paso, culminar mi carrera universitaria como ingeniero civil.

A mi núcleo familiar por el apoyo incondicional durante todo el proceso, estando presentes en cada momento bueno y no tan buenos, por sus consejos y sus palabras de motivación, tanto en mi desempeño académico como en mi estado mental, porque no han sido fácil estos 5 años de esfuerzo y dedicación para sacar adelante esta linda profesión como lo es la ingeniería civil.

A CSA Ingeniería, empresa donde realice mis prácticas empresariales, por brindarme la oportunidad de aprender, ayudando en cada una de las áreas como el área de concretos, suelos y asfaltos, al ingeniero Jhonatan arias por enseñarme a realizar informes, al laboratorista Yoban Bermúdez por enseñarme a realizar cada uno de los ensayos.

A la ingeniera Roselly Vargas por el tiempo y la experiencia que me brindó para realizar mi propuesta de grado.

A la universidad cooperativa de Colombia por brindarme los espacios y los conocimientos por medio de sus profesores que fueron mis mentores para poder crecer como estudiante de ingeniería civil.

Dedicatoria

A mis padres quienes desde pequeño me inculcaron buenos valores, y la disciplina para aplicarla en mi vida, sobre todo en el estudio, ya que desde pequeño me guiaron para aprender un arte del cual pudiera vivir, me apoyaron y estuvieron presentes durante todo mi proceso académico, junto con mi hermano son mi motivación para seguir en el camino de esta linda profesión.

Tabla De Contenido

Resumen.....	12
Abstract	13
Introducción	14
Justificación	15
Objetivos	16
Objetivo General:.....	17
Objetivos específicos:	17
Descripción Y Naturaleza De La Organización.....	17
Misión	18
Visión.....	18
Logotipo.....	18
Ubicación	19
Requerimiento De La Organización	21
Plan De Acción.	21
Actividades Realizadas.	22
Logros Y Lecciones Aprendidas.....	24
Marco Teórico.....	25
Estado Del Arte.....	29
Marco Legal	32
Metodología	33
Resultados Y Productos	34

CALIDAD PARA ENSAYOS DE COMPRESIÓN A CONCRETOS	
ESTRUCTURALES, EN CSA INGENIERÍA.....	34
Introducción	36
Equipos	37
Elaboración De Probetas.....	39
Curado.....	41
Transporte De Especímenes.....	42
Remisión	43
Especímenes Sometidos A Compresión	43
Informe.....	46
Precisión.....	47
Ensayo Para Especímenes De 6" x 12" (150mm X 300mm).....	47
Ensayo Para Especímenes De 4" x 8" (100mm X 200mm).....	74
Limitaciones, Conclusiones Y Recomendaciones	102
Referencias.....	103
Anexo.....	106

Lista De Ilustraciones

Ilustración 1 Logotipo Csa Ingeniera LTDA	19
Ilustración 2 Mapa Departamento Del Meta.....	20
Ilustración 3 Ubicación Del Laboratorio En La Zona Urbana De Villavicencio.....	20
Ilustración 4 Herramientas Para Elaboración De Probetas	48
Ilustración 5 Preparar La Mezcla De Concreto.....	49
Ilustración 6 Mezcla En Maquina	50
Ilustración 7 Mezcla En Manual	51
Ilustración 8 Llenar Molde En Tres Capas	52
Ilustración 9 Compactar Primera Capa	53
Ilustración 10 Apisonado	54
Ilustración 11 Golpes Con Mazo	55
Ilustración 12 Colocación Segunda Capa	56
Ilustración 13 Golpes Con Mazo	57
Ilustración 14 . Enrasar	58
Ilustración 15 Terminado todos las probetas	59
Ilustración 16 Terminado todas las probetas 2.....	59
Ilustración 17 Identificación	60
Ilustración 18 Protección de la probeta.....	61
Ilustración 19 Almacenamiento	62
Ilustración 20 Desmolde	63
Ilustración 21 Marcación De Espécimen	64
Ilustración 22 Introduce los especímenes en tanque.....	65
Ilustración 23 Remisión	66

Ilustración 24 Medición Del Diámetro	67
Ilustración 25 Medición de longitud.	68
Ilustración 26 Medición de la masa	69
Ilustración 27 Ubicación De Espécimen En La Maquina	70
Ilustración 28 Configurar Maquina.....	71
Ilustración 29 Resistencia Máxima De La Muestra	72
Ilustración 30 Registro De Cada Espécimen.....	73
Ilustración 31 Registro A Los 14 Días.....	73
Ilustración 32 Registro A Los 28 Días.....	74
Ilustración 33 Moldes para elaborar probetas	75
Ilustración 34 Preparar La Mezcla De Concreto.....	76
Ilustración 35 Mezcla En Maquina	77
Ilustración 36 Bandeja Metálica	78
Ilustración 37 Llenado De Molde	79
Ilustración 38 Compactar Primera Capa	80
Ilustración 39 Golpes con mazo.....	81
Ilustración 40 Apisonamiento Segunda Capa	82
Ilustración 41 Enrasar	83
Ilustración 42 Todos los especímenes terminados	84
Ilustración 43 Identificación De La Muestra	85
Ilustración 44 Protección Del Espécimen	86
Ilustración 45 Almacenamiento	87
Ilustración 46 Desmolde de probetas	88
Ilustración 47 Introduce Los Especímenes Al Tanque Agua.....	89
Ilustración 48 Remisión	90
Ilustración 49 Secado De Probetas.....	91

Ilustración 50 Medición De Diámetro	92
Ilustración 51 Medición De Longitud.....	93
Ilustración 52 Medición De Masa.....	94
Ilustración 53 Bloques De Apoyo.....	95
Ilustración 54 Configuración De Maquina.....	96
Ilustración 55 Resistencia Máxima De La Muestra	97
Ilustración 56 Espécimen Fallado.....	98
Ilustración 57 Registro de la carga.....	99
Ilustración 58 Registro De Ensayo A 14 Días	100
Ilustración 59 Registro De Ensayo A 28 Días	101
Ilustración 60 Acta de conformidad de la organización.....	106

Lista De Tablas

Tabla 1 Cronograma de actividades	21
Tabla 2 Varilla Compactadora	38
Tabla 3 Elaboración De Probetas	40
Tabla 4 Especímenes Sometidos A Compresión	44
Tabla 5 Precisión.....	47

Resumen

Este documento demuestra y analiza todas las actividades que se realizaron en la práctica empresarial y solidaria por el alumno Jefferson Alberto Cano Padilla estudiante de la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio, en el programa de ingeniería civil en convenio con la empresa Csa Ingeniería LTDA.

Este manual multimedia para el control de calidad para ensayos de compresión a especímenes cilíndricos de concretos, es elaborado para que cualquier laboratorio de ingeniera, como el de CSA Ingeniería, tenga una herramienta que le ayudará a sus operarios al momento de manipular, conservar y fallar las muestras de concretos, adicionalmente los obreros encargados en las obras, puedan usarlo al momento de realizar la mezcla y condiciones en las que las muestras de concreto deben permanecer en el periodo de fraguado, sumado a las prevenciones que se deben tener cuando las probetas serán sometidas al ensayo de compresión; todo esto estará sujeto a los requerimientos descritos en la norma NSR-10, la NTC ligadas a la ASTM. Este manual tendrá un paso a paso minucioso con ayuda de imágenes ilustrativas y controladas mediante un checklist, para lograr unos resultados reales.

Palabras claves: concreto, mezcla, probeta, ingeniería, fraguar, manual de procedimientos, ensayo de laboratorio, molde

Abstract

This document demonstrates and analyzes all the activities that were carried out in business and solidarity practice by the student Jefferson Alberto Cano Padilla, student of the Villavicencio Cooperative University of Colombia, in the civil engineering program in agreement with the company Csa Engineering LTDA.

This multimedia manual for quality control for compression tests on cylindrical concrete specimens is prepared so that any engineering laboratory, such as CSA Engineering, has a tool that will help its operators when handling, preserving and failing concrete samples, additionally the workers in charge of the works, can use at the time of mixing and conditions in which the concrete samples must remain in the setting period, added to the precautions that must be taken when the test tubes will be subjected to the compression test; All this will be subject to the requirements described in the NSR-10 standard, the NTC linked to the ASTM. This manual will have a detailed step by step with the help of illustrative images and controlled by a checklist, to achieve real results.

Keywords: concrete, mixture, test tube, engineering, setting, procedure manual, laboratory test, mold

Introducción

La relevancia del concreto en los proyectos de infraestructura empieza en la variedad de desarrollo de tecnologías que lo llevan a los límites de una calidad alta en su rendimiento, así garantiza los diferentes usos y aplicaciones con la capacidad de resistir en diferentes condiciones.

En el desarrollo continuo de las construcciones de obras civiles es fundamental prestar atención a cada procedimiento de ingeniería civil para así realizar proyectos que cumplan con las necesidades de los usuarios y se pueda ofrecer servicios seguros, óptimos y confiables.

En la actualidad a nivel nacional se están realizando obras de infraestructura como la construcción de carreteras, puentes, edificios, túneles, urbanizaciones, estructuras de contención, etc. todos estos proyectos están relacionados con el concreto y por esto es importante la intervención de personas bien capacitadas para ejecutar los estudios adecuados, de tal manera que el estudio del diseño de una mezcla de concreto juega un papel importante.

Por lo tanto, la buena elaboración de ensayos requeridos para el control de calidad en concretos contribuye al mejoramiento de los procesos de construcción.

Justificación

CSA Ingeniería, es una empresa del sector constructor, cuyo objeto social es brindar a la comunidad en general servicios técnicos y especializados en el campo de la ingeniería, para el control de calidad en obra, con el único propósito de mejorar a partir de la optimización de los procesos; buscando el cumplimiento de los requisitos de la normatividad vigente y la plena satisfacción del cliente. Para lograr esto, se encuentra en la búsqueda de optimizar la realización de uno de los tipos de ensayos, más requeridos por sus clientes, que es el ensayo a compresión, enfocado en estudiar la resistencia máxima de un concreto estructural, cuando este se encuentre sometido a una fuerza de compresión. Usualmente después de realizar el ensayo a las muestras entregada por los clientes, se encuentran resultados desfavorables e inesperados; esto puede suceder por muchos factores, que parten desde la elaboración de los especímenes en obra, hasta el momento en que estos son fallados en el laboratorio a la fecha requerida.

Por esta razón se realiza un manual que reúne las especificaciones e indicaciones que nos brindan las normas vigentes, estas están organizadas e ilustradas por evidencias multimedia , así los operarios encargados de realizar este procedimiento de principio a fin, no tendrán problemas con el desarrollo de la metodología de este tipo de ensayo; además este Manual tiene la ventaja de estar diseñado con sistema de chequeo tipo checklist, esta característica siempre ha sido muy necesaria en las guías utilizadas en obra, ya que ayuda a los operarios a no omitir ningún detalle y comprobar de manera ordenada el cumplimiento del paso a paso requerido por este procedimiento.

Objetivos

Objetivo General:

Crear un manual de control de calidad con servicios multimedia y checklist para ensayos de compresión sobre concretos estructurales, para trabajadores en obra y auxiliares de laboratorio, de acuerdo con las normas vigentes, en CSA Ingeniería.

Objetivos específicos:

Investigar y recopilar información detallada de la normatividad vigente y compararlos con los aplicados por CSA Ingeniería para los ensayos a compresión.

Elaborar el manual con una organizada distribución de los capítulos, adjuntando el paso a paso en información multimedia con su espacio de verificación tipo checklist.

Evaluar la dinámica de la ilustración multimedia y el sistema chequeo, poniendo el manual a prueba en una obra de construcción y en el laboratorio.

Descripción Y Naturaleza De La Organización

La empresa Csa Ingeniería fue fundada en el año 2009 el 1 de julio, está es una empresa del sector constructor cuyo objetivo es brindar a toda la comunidad servicios de ingeniería especializados y técnicos para el seguimiento de control y calidad en obras civiles. Está conformada con personal capacitado que ofrece una buena asesoría al contratar sus servicios. Dejando obtener asistencia al momento de la toma de decisiones para el desarrollo de cualquier proyecto.

Misión

La empresa CSA Ingeniería tiene como misión ofrecer a toda la comunidad servicios técnicos y especializados en todo el campo de la ingeniería civil con capacidad organizacional en servicios de laboratorio para el control de calidad en obra, con el propósito de mejorar buscando el cumplimiento de los requisitos de la normatividad vigente y la plena satisfacción del cliente.

Visión

Y si visión es mantenerse como una organización estable, sólida consolidada y acreditada en los sectores e hidrocarburos estando actualizada de tecnología en equipos y su personal; proyectando cumplimiento, calidad, responsabilidad y eficiencia en la prestación de servicios de laboratorio de controles de calidad en obras de ingeniería civil. (CSA Ingeniería LTDA, C. 2015).

Logotipo

Esta empresa ofrece servicios a nivel nacional de control y calidad para concretos, asfaltos y estudios de suelos, realiza perforaciones y apiques para realizar estudios geotécnicos.

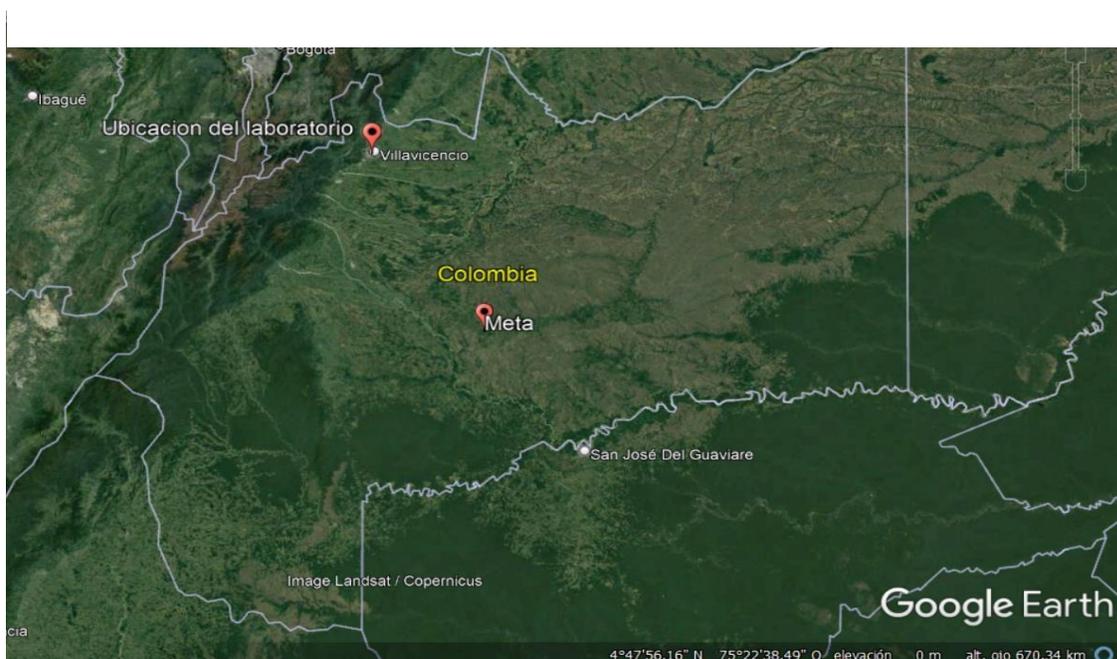
Ilustración 1 Logotipo Csa Ingeniera LTDA



Ubicación

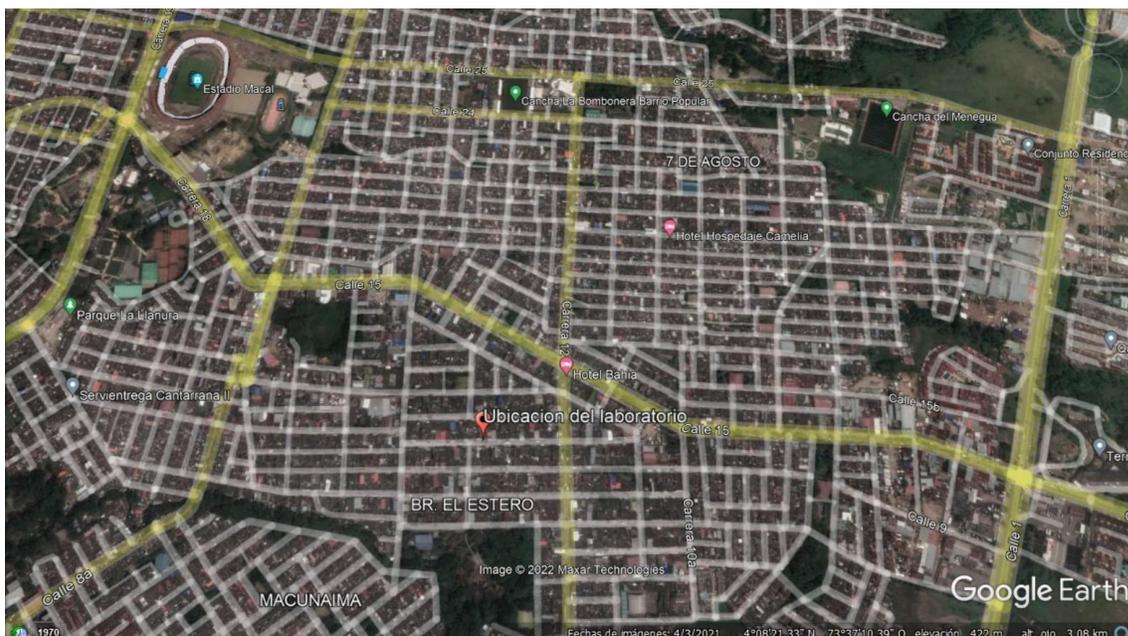
La práctica se realizó en la sede del laboratorio Csa Ingeniería LTDA, cuya ubicación es en la ciudad de Villavicencio- Meta, su dirección calle 11 #12-148 barrio estero.

Ilustración 2 Mapa Departamento Del Meta.



Fuente: Google Earth Pro.

Ilustración 3 Ubicación Del Laboratorio En La Zona Urbana De Villavicencio



Fuente: Google Earth Pro.

- Además de esto también se realizan diseño de mezcla por método Marshall.

En el área de suelos:

- De identificación y estado (tamizado, sedimentación, humedad, densidad, permeabilidad)
- De resistencia (compresión, corte y ensayo triaxial)
- De deformabilidad (edométrico)
- De compactación y reutilización (ensayo Próctor y CBR)
- En rocas (durabilidad, resistencia, densidad, absorción.)

En el área de concretos, la cual fue donde más énfasis hice:

- Ensayo a la compresión
- Ensayo de contenido de aire

Y en oficina, allí es donde se realizan los informes de cada uno de los ensayos, pues es el producto final que se les entrega a los clientes.

En el transcurso de las semanas iba dedicándome a la realización de mi valor agregado para la empresa, que se basa en realizar un manual con asistencia multimedia y checklist sobre control y calidad para ensayos de compresión a concretos estructurales, en csa ingeniería.

Logros Y Lecciones Aprendidas

El logro más importante, fue el conocimiento que me deja la experiencia de realizar la práctica de la mayoría de los ensayos que se realizan en el laboratorio.

Lograr la elaboración de una herramienta muy útil para la empresa me hace sentir importante y me motiva a seguir creciendo como ingeniero civil

Una de las lecciones más relevantes fue darme cuenta que la teoría es igual de importante que la práctica, pues yo creía que con aprender la información que me brindan las normas es suficiente para la ejecución de los ensayos, pero gracias a los ingenieros y laboratoristas de la empresa entendí que la práctica guiada por personal con experiencia me acerca a la excelencia de los resultados.

Es sumamente importante la responsabilidad de usar los elementos de protección establecidos al realizar los ensayos.

Marco Teórico

Universalmente el ensayo más reconocido para ejecutar pruebas de resistencia mecánica a la compresión, es el ensayo de probetas cilíndricas; El objetivo principal de este ensayo es básicamente determinar la resistencia máxima a la compresión de un espécimen cilíndrico de concreto, que sufre una carga aplicada axial mente.

Estos especímenes son fundidos en moldes especiales, con medidas estandarizadas, todo estos datos, se encuentran especificados en las normas NTC 550 y 673, las cuales hacen referencia a la confección de cilindros y al ensayo de resistencia compresión.

Luego de que la muestra de concreto fresco haya sido correctamente seleccionada de acuerdo con los procedimientos descritos en la norma NTC 454, de manera que sea representativa de toda la masa, se procede a colocar el concreto en el molde, previamente este ha sido aceitado en las paredes y el fondo, la capa de aceite mineral debe ser delgada y el fondo no acumular aceite.

El cilindro se llena con tres capas de la misma altura, cada una apisonada como una varilla lisa de punta redondeada, la cual se introduce 25 veces por capa de en diferentes sitios de la superficie del concreto, está solo atraviesa la capa que se está compactando, al final, se completa el llenado del molde con más mezcla y se alisa la superficie con un palustre, O la misma varilla.

Luego de llenar cada capa, damos unos golpes con la varilla o un martillo de caucho a las paredes de la camisa, hasta que la superficie del concreto cambie de mate a brillante, con el fin de sacar las burbujas de aire; los cilindros terminados deben dejarse en reposo, en un lugar cubierto y protegidos de cualquier golpe o vibración y al otro día se les quita del molde

cuidadosamente.

Luego de sacarlos del molde, los cilindros se someten a un proceso de curado, en un tanque de agua, así debe mantenerse hasta el día del ensayo a compresión

La resistencia a la compresión del concreto la medimos con una prensa que aplica carga sobre la superficie del cilindro (NTC 673), normalmente la superficie de los cilindros es irregular, por esto se recomienda usar de cabecera almohadillas de caucho, la resistencia a la compresión suele darse en términos de esfuerzo, fuerza por unidad de área (kg/cm^2) (Mario, 2008).

Para llevar a cabo el estudio de la relación agua cemento en la preparación de concreto. Se hicieron varias pruebas cambiando el volumen del agua con relación a la del cemento, a partir de eso se pudo concluir que el desarrollo de las pruebas permitió identificar la consistencia del concreto, esto afecta la resistencia directamente. (Fallas et al, 2012).

El coeficiente de elasticidad nos indica la rigidez de este material ante cualquier carga a la que se exponga este. Sumado, En la relación entre el esfuerzo al que se someten el material y su deformación unitaria.

La Relación de Poisson nos muestra la relación que hay entre deformación lateral y la deformación axial de algún elemento. (Ospino et al, 2018)

El concreto es uno de los materiales más utilizados debido a las físicas y mecánicas que adquieren durante su proceso de endurecimiento, el cual se consigue durante los primeros 28 días de su fabricación. Por esto es de vital importancia su estudio durante este periodo, pues es ahí donde se adquieren sus propiedades. De las cuales son dos las más importantes: la resistencia a la compresión y la porosidad. (Quintero, 2011).

La acreditación del ensayo de compresión de especímenes cilíndricos evidenciara que la

sección tiene la capacidad técnica, para realizar y mostrar resultados que sean válidos ante cualquier institución internacional. Para permanecer con la acreditación del ensayo, los procedimientos deberán mantenerse en constante observación por parte del personal que labora en la Sección, para continuar con el ciclo de mejora continua y así también lograr la satisfacción del cliente. Las autoridades del Centro de Investigaciones de Ingeniería y de la Facultad de Ingeniería tienen que mantener una comunicación abierta y un compromiso serio, para que el sistema de calidad cumpla con todos sus objetivos. Para la presente propuesta se tomó en cuenta el ensayo a compresión de cilindros de concreto, por ser este el más solicitado en las empresas constructoras a nivel nacional y lo cual genera más ingresos al Centro de Investigaciones de Ingeniería; además de ser beneficio, también es su responsabilidad, porque es la única institución no privada a nivel nacional que brinda estos servicios, y por lo tanto tiene que buscar la mejora continua de sus ensayos. El proyecto está enfocado a la parte técnica de la Norma ISO 17025 para laboratorios de ensayo, el cual solicita analizar los siguientes aspectos: el personal que tiene a cargo el ensayo, condiciones ambientales, equipo utilizado, métodos de ensayo, rangos de incertezas, muestreo, aseguramiento de la calidad, análisis de los resultados de ensayo y calibración, manipulación de los ítems de ensayo y el informe de resultados. (Chajon, 2014).

Cabe resaltar que el concreto es uno de los materiales compuestos más importantes dentro de los sistemas constructivos por los cuales tiene un conjunto de reglas que establecen los parámetros de aceptabilidad para su adecuada elaboración. La Norma Técnica Peruana 339.033 establece los cuidados y criterios para curar y elaborar los especímenes en campo, que permite obtener las probetas de concreto para efectuar el control de calidad denominado resistencia a la compresión y con esta obtener la aceptabilidad del elemento estructural. El objetivo fue determinar cómo la omisión de los procesos y buenas prácticas para la elaboración y curado de

los especímenes en campo generan la reducción en la resistencia a la compresión. Realizado a través de una investigación con metodología de tipo correlacional y bajo los métodos deductivos de características aplicativas en un nivel de investigación descriptivo de un conjunto de experimentos o ensayos. La duda que tenía la investigación fue respondida a través del análisis de los factores denominados: superficie inclinada, apisonado a través de números de golpes y temperatura de almacenado de los especímenes; de manera que se realizó un diseño patrón que se comparó con estos factores para determinar la influencia del incumplimiento de la norma. Los resultados obtenidos mostraron que el incumplimiento de la norma puede generar resultados por debajo a lo que se esperaba, pero no siempre resulta ser así. Considerando los análisis realizados y resultados obtenidos se aconsejó generar los cuidados específicos en los factores que ocasionen mayor reducción de la resistencia en los especímenes para evitar pérdidas en tiempo y dinero en la reevaluación del concreto. (Lavarello et al, 2019).

e acuerdo con la necesidad de hacer más eficiente el uso del concreto hidráulico, mitigar el impacto ambiental producido por la ceniza que es el producto de la combustión del carbón en termoeléctricas y así disminuir el costo de producción del concreto, se propone en este proyecto investigar la influencia que ejercen los residuos del carbón de Termotasajero en la resistencia a la compresión de mezclas de concreto, cuando se usan como reemplazo parcial del cemento Pórtland, en las mezclas de hormigón, mediante el uso de técnicas microscópicas y petrográficas. Para esto, se realizaron ensayos de microscopía óptica y electrónica a 20 muestras de concreto con diferentes contenidos de ceniza y edades de falla, e identificando así el contenido de agregados, el estado de la pasta de cemento, el porcentaje de vacíos, la composición mineralógica de los agregados usados en la mezcla de concreto, la presencia de cenizas e inquemados y de microgrietas en las uniones entre la pasta y el agregado. Los resultados

obtenidos permitieron concluir que al aumentar la presencia de inquemados en la mezcla de concreto se genera una reducción de la resistencia a la compresión de las muestras analizadas, observándose una relación directa entre el porcentaje de reemplazo de cemento por ceniza volante y el incremento de microgrietas en las uniones entre la pasta y el agregado. (Silvia, 2017).

Para la parte que influye el curado. Hoy en día se reconoce que la parte superficial del concreto es la que se ve más afectada por la falta de curado, de este manera sería la zona más sensible, y por tanto, la que se verá más afectada en sus propiedades físicas y químicas por la falta de humedad. Mediciones realizadas por diferentes investigadores han mostrado que el movimiento de humedad sólo afecta una zona que va entre 3 y 5 centímetros de la superficie del elemento. El estudio realizado por Parrot (1988) demostró que las partes de afectación fueron de: poco menos de 1 cm a los 12 días, casi 2 cm a los 45 días, y menos 4 cm a los 172 días. (Carcaño, 2005)

Estado Del Arte

Este documento se hace con el fin de describir las actividades hechas en la práctica social, empresarial y solidaria, por el estudiante Juan Camilo Vanegas Latón de ingeniería civil de la UCC sede Villavicencio, en el laboratorio Ingelab SP en el municipio de Acacias Meta, Esta sistematización es relevante debido a la necesidad de llevar el control de los especímenes de concreto, ya que estos por error de continuidad en la numeración de las remisiones o errores de la numeración en el momento de marcación, se pierden o se fallan sin tener la edad necesaria o asignada, el tiempo que se pierde en la búsqueda de estos es demasiado en muchos casos el

tiempo que se necesita para buscar y realizar los debidos ensayos no es suficiente esto genera que los resultados no se entreguen a tiempo. El objetivo de esta actividad es solucionar estos problemas de una manera innovadora y efectiva, generando cambios positivos para el laboratorio. (Vanegas, 2020).

Este Manual de Procedimientos de Ensayos de Suelos, ha sido desarrollado tomando como referencia principal la normatividad INVIAS del año 2013 para Colombia, se ha recopilado información sobre los ensayos que se desarrollan en la empresa Geotechnical S.A.S estableciendo un procedimiento minucioso del método a desarrollar en el laboratorio, así como la elaboración hojas de cálculo que permite con base a los datos obtenidos en laboratorio determinar propiedades físicas y mecánicas de los suelos en estudio. El manual presenta un primer capítulo correspondiente a generalidades sobre la Mecánica de Suelos, pruebas de laboratorio, relaciones volumétricas de los suelos, un segundo capítulo que presenta el desarrollo para cada uno de los ensayos a trabajar, iniciando con explicar brevemente sobre el ensayo, los materiales y equipos a utilizar, la preparación de las probetas, los procedimientos, cálculos a realizar, elementos de protección personal y los componentes que debe llevar el informe. Por último se presenta un tercer capítulo que contiene formatos guías para la recolecta de datos dentro del proceso de laboratorio. (Botia, 2016).

El estudio mecánico de un material permite determinar parámetros como su límite elástico, resistencia a la ruptura, relación deformación / esfuerzo, entre otros, los cuales sirven para entender y/o predecir su comportamiento cuando está sometido a una fuerza externa o dentro de un sistema compuesto. Un ejemplo de herramientas para esta caracterización sería una máquina de ensayos, que puede aplicar diferentes tipos de ensayos como el de: compresión, tensión y torsión de forma controlada. Estas pruebas producen una gran cantidad de información

por lo que existe el interés de poder diseñar, construir y calibrar una máquina ad-hoc para pruebas ópticas no destructivas que sea capaz de aplicar una fuerza de compresión controlada. (Martínez, 2017).

En las aplicaciones de ingeniería se utilizan herramientas y procedimientos científicos para evaluar la calidad de un producto. Como herramientas podemos señalar los equipos de producción y los instrumentos de laboratorio; como procedimientos, los planes de calidad y las normas. Una mezcla de concreto puede prepararse utilizando diversos mecanismos de mezclado, sin embargo, los requisitos de calidad pueden ser alcanzados si se cumplen rigurosamente con cada etapa del proceso, desde la selección de los componentes individuales hasta su instalación en obra, incluyendo el curado y las pruebas de laboratorio.

Frecuentemente se observa la evaluación de núcleos de concreto o pruebas no destructivas de importantes elementos estructurales, debido a dudas razonables sobre su resistencia. Este trabajo intenta una reflexión sobre las normas para la adecuada producción de un concreto, que cumpla con la calidad solicitada en un proyecto. Por último se presenta un ejemplo de un proyecto real, donde el concreto suministrado puede considerarse fuera de control desde el punto de vista de la resistencia especificada. (Patiño, 2017).

La mezcla de concreto está compuesta por cemento, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia.

Lo que es el agua y el cemento tienen una reacción química que une las partículas de los agregados, constituyendo un material homogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto.

La resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia medida de

una probeta de concreto o de mortero a carga axial. Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2) a una edad de 28 días, se le designe con el símbolo f'_c para determinar la resistencia a la compresión, se realizan pruebas de mortero o de concreto. (Frisancho, 2016).

Marco Legal

ASTM C31 - preparar y curar probetas de concreto.

NTC 673 - concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto

NTC 504, ingeniería civil y arquitectura. Refrendado de especímenes cilíndricos de concreto. (ASTM C617).

NTC 550, concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra (ASTM C31).

NTC 3708, ingeniería civil y arquitectura. Uso refrendado no adherido para la determinación de la resistencia a la compresión de concreto endurecido. (ASTM C1231M).

Ley de vivienda segura (1796 de 2016) Ley AntiSpace.

Metodología

Es fundamental analizar las normas vigentes, y artículos que hablen sobre ensayos a compresión, esto es lo principal para enterarnos completamente de las reglas que tiene este tipo de ensayo en cuanto a su metodología.

Recopilar esa información, sumada a la que nos brinden el ingeniero y laboratoristas de CSA Ingeniería, sobre el manejo que le están dando a la práctica de este ensayo, seguramente la experiencia de ellos es un factor importante para tener en cuenta al momento de organizar nuestro manual.

Una vez obtenida la información necesaria, dedicaremos a elaborar el desarrollo del manual, organizando secuencialmente el procedimiento, de una manera detallada pero concisa, así lograremos que sea de manera práctica y dinámica la lectura.

Todo este paso a paso, se estará evidenciando, con anexos fotográficos y videoclips, donde claramente sea observado el procedimiento, de esta manera les facilitaremos la compresión a los usuarios de este manual, además, el manual estará diseñado con un sistema de chequeo en formato tipo checklist donde su paso a paso tendrá un espacio de verificación, para poder llevar de manera organizada el cumplimiento de los requerimientos; todo esto con el fin de ayudar los responsables de todo el procedimiento a no omitir ningún paso y cada vez que deseen consultar el sistema de chequeo, puedan asegurarse que todo saldrá según lo planificado.

Una vez terminado el manual, se pondrá a prueba su capacidad, en el laboratorio y en una obra para que sea utilizado por operarios que requieran realizar este ensayo; posteriormente interrogarlos y concluir, si el desarrollo de este manual, facilita la metodología de enseñanza y verificación, comparada con otros manuales; Así lograr optimizar la realización, de este tipo de ensayo.

Resultados Y Productos

**MANUAL CON ASISTENCIA MULTIMEDIA Y CHECKLIST SOBRE CONTROL Y
CALIDAD PARA ENSAYOS DE COMPRESIÓN A CONCRETOS
ESTRUCTURALES, EN CSA INGENIERÍA.**

Esta investigación fue realizada en la empresa CSA Ingeniería (laboratorio de suelos concretos y asfaltos) por Jefferson Alberto Cano Padilla.

Esta investigación es el producto final del proyecto de grado del programa de ingeniería civil en la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio.

Se agradece la colaboración de las ingenieras Sandra reyes, Roselly Vargas, el ingeniero Jhonatan Arias y el laboratorista Yoban Bermúdez.

Introducción

La elaboración y curado de especímenes cilíndricos de concreto es una mezcla de concreto fresco que se coloca en un molde y se consolida por varillado, en su paso por el curado inicial deben estar en un lugar adecuado, para su curado final debe almacenar en un lugar húmedo, ello debe permanecer el tiempo requerido.

El método de ensayo de resistencia a la compresión para especímenes cilíndricos de concreto se basa en aplicarle a los especímenes cilíndricos una carga axial, con una tasa que se encuentra entre un rango prescrito, hasta que este alcance su máxima resistencia y ocurra la falla.

Equipos

Moldes

Los moldes requeridos para la elaboración de especímenes de concreto deben ser preferiblemente en acero o hierro fundido, en su defecto que no sea absorbente ni reactivo al concreto compuesto por cualquier tipo de cemento hidráulico, las dimensiones de estos, deben mantenerse bajo las condiciones de uso, estos moldes deben ser herméticos al agua durante su uso. De ser necesario para evitar desagües por la junta se debe utilizar sellantes, como lo pueden ser la grasa densa, cera micro cristalina o plastilina. La base de los moldes no puede ser deformable, debe tener sistema de fijación, y así contar con un plano perpendicular al eje.

Los moldes deben contar con la altura nominal interior igual a dos veces el diámetro nominal interior, el diámetro del molde debe ser al menos 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso, para especímenes pequeños los moldes tendrán una medida de 4" por 8" (100mm x 200 mm) y para los especímenes grandes la medida es de 6" por 12" (150mm x 300mm).

Varilla Compactadora

Debe ser una varilla de acero cilíndrica y lisa en su superficie, con un diámetro según la tabla #, su longitud debe ser 100mm superior a la profundidad que tenga el molde, y no mayor de 600mm en su totalidad. La punta de la varilla con la que se va apisonar debe ser hemisférica redondeada, por supuesto del mismo diámetro de esta.

Tabla 2 Varilla Compactadora

DIAMETRO DE CILINDRO mm	DIAMETRO DE LA VARILLA mm
<150	10 ± 2
≥150	16 ± 2

Fuente: Propia

Mazo

Usar un mazo preferiblemente con cabeza de caucho entre 0.6 kg y 0.2 kg

Pequeñas Herramientas

Se requiere usar pequeñas herramientas como el palustre, cuchara y llana metálica

Bandeja De Muestreo

Es Indispensable contar con un recipiente metálico grueso o una carretilla limpia que no sea absorbente, con la capacidad de soportar la remezcla de la muestra entera con la ayuda de cualquier herramienta (palustre o pala).

Máquina De Ensayo

Esta máquina debe tener la capacidad suficiente para aplicar la carga de forma continua y sin impactos.

La precisión de la máquina de ensayo debe estar bajo los parámetros de la NTC 3341

La documentación del mantenimiento y calibración de la máquina debe estar de acuerdo con la norma ASTM C1077

Bloques De Apoyo

Se necesitan bloques de apóstitos inferior y superior, Estos bloques deben ser en acero con

sus caras endurecidas, Las medidas de las caras de cada apoyo deben superar mínimo un 3% el diámetro nominal del espécimen que separa ensayado.

El bloque de apoyo superior debe tener un asiento esférico, su cara debe ser plana y el diseño de este debe ser que la cara del bloque de apoyo se pueda girar e inclinar al menos en 4 grados en cualquier dirección, esto con el fin de adaptarse a la cara superficial del espécimen en toda su área.

El bloque de apoyo inferior debe ser sólido, sus superficies superior e inferior deben ser paralelas entre sí, debe estar apoyado en toda la platina de la máquina de ensayo o en los espaciadores.

Identificación Del Concreto

Identificar cada muestra de concreto escribiendo la localización del elemento en la estructura que representa junto con la fecha y hora de su elaboración.

Sitio de elaboración

Los especímenes de concreto se deben elaborar en una superficie nivelada, firme y fuera de cualquier tipo de vibración o perturbación y que esté lugar sea cerca de donde serán almacenados, este sitio de elaboración tendrá que ser adecuado para el almacenamiento hasta que las probetas se desmolden.

Elaboración De Probetas

El método de compactación está determinada a partir de la tabla #, el número de capas y de inserciones en cada capa se determina en la tabla #, el tipo de compactación recomendada es

por apisonamiento, se selecciona el tamaño de la varilla de compactación, en la tabla #.

Seleccionar una pequeña herramienta, preferiblemente la cuchara, con al cual cada cantidad de concreto obtenida de la bandeja de muestreo sea representativa y con el tamaño suficiente para no desperdiciar el concreto al vaciarlo en el molde, así se garantiza la distribución completa del concreto y se reduce al mínimo la segregación.

Cada una de las capas se compacta según el método seleccionado que se requiera. En la última capa se debe llenar el molde hasta rebosarlo y así garantizar que después de ser compactada se llegue al nivel requerido.

Tabla 3 Elaboración De Probetas

tipo y tamaño de especimen mm	numero de capas de profundidad	numero de apisonamiento por capa
cilindros:		
100x200	2	25
150x300	3	25

Fuente: Propia

Apisonamiento

Colocar el concreto en el molde, en el número requerido de capas con un volumen aproximadamente igual, apisonarla capa puesta uniformemente con la punta redondeada de la varilla, sobre la sección transversal, con el número de golpes que se requiera, la primera capa, es decir la del fondo, se apisona en toda su profundidad, pero se debe tener cuidado de no dañar la base del molde, para las siguientes capas se permite que la varilla entre hasta 25 mm en la capa anterior, una vez estén apisonadas todas las capas, se debe golpear suavemente el perímetro del molde 15 veces con el mazo, para tapar los orificios que queden al apisonar y eliminar las burbujas de aire atrapadas.

Acabado

Luego de haber compactado el espécimen, se enrasa su superficie para quitar el exceso de concreto, usando la varilla de compactación o si la consistencia del concreto lo permite con una llana metálica. El acabado debe dejar una superficie homogénea y lisa que quede a nivel con el borde del molde.

Identificación

Una vez terminado la elaboración del espécimen debe marcarse para identificar a este y el concreto que representa. El método recomendado para no alterar la superficie del concreto es escrito en papel y pegarlo con cinta en el molde.

Curado

Protección

Seguidamente después del acabado, hay que tomar varias precauciones para que no se evapore el agua de cada espécimen, la parte superior del espécimen debe protegerse de la intemperie con vinipel o bolsas plásticas evitando el contacto directo con el concreto.

Almacenamiento

Cada espécimen debe terminar de moldearse en el lugar de almacenamiento, allí se les dará el curado inicial. El desnivel permitido de la superficie donde se elaboran las probetas es de 2 % máximo.

Curado Inicial

Luego del moldeo, cada espécimen se almacena en un lugar con temperatura entre los 16-

27 C, debe ser un ambiente húmedo, para impedir la pérdida de humedad hasta por 48 horas. La temperatura de este lugar debe ser controlada, protegiéndolos de cualquier dispositivo de calefacción radiante y luz solar directa.

Para Los especímenes que serán transportados antes de 48 horas, para su curado final en el laboratorio, deben permanecer en el ambiente con las características antes mencionadas.

Para aquellos especímenes que no son transportados en el lapso de 48 horas, los moldes se deben retirar entre 24-32 horas y pasar a su curado final, hasta ser transportados al laboratorio.

Para mezclas de concreto con resistencia especificada de 40 MPa o más, debe mantenerse a una temperatura entre 20-26 C.

Curado Final

Una vez terminado el curado inicial, no después de 30 minutos se deben introducir los especímenes en agua, puede ser en tanques, a una temperatura entre 20-25 C, los especímenes no se deben exponer a goteo o a corrientes de agua.

Curado En Obra

Los especímenes deben almacenarse dentro de la estructura o sobre esta, sin ser afectado, o lo más cerca posible al concreto que está representando, se deben proteger de la misma manera cómo la estructura, para lograr la misma temperatura y humedad.

Transporte De Especímenes

Los especímenes no deben ser transportados antes de las 24 horas de haberse elaborado ni 8 horas después del fraguado final.

Para transportar los especímenes deben protegerse de golpes con algún sistema de amortiguación, de condiciones ambientales adversas o de perder su humedad, la pérdida de humedad puede evitarse, envolviéndolos en plástico o introduciéndolos entre arena húmeda o aserrín húmedo. El tiempo de transporte no debe ser mayor a 4 horas

Los especímenes mientras están siendo transportados deben mantenerse en posición adecuada, sin contacto entre ellos, fuera de algún golpe, vibración o esfuerzo.

Remisión

Se debe brindar esta información al laboratorio:

- Número de identificación de cada una de las muestras
- Localización del concreto que se representa
- Fecha y hora de la elaboración

Especímenes Sometidos A Compresión

Ningún espécimen puede ensayarse si cualquiera de sus diámetros difiere de cualquier otro diámetro del mismo espécimen en más del 2%.

Se debe retirar la humedad superficial con una toalla y medir la masa del espécimen. Medir la longitud Con una aproximación a 1 mm en tres posiciones espaciadas de la misma distancia alrededor de la circunferencia. Calcular la longitud promedio y registrar con una aproximación a 1 mm.

Cada espécimen debe estar húmedo al momento de realizar el ensayo por eso es conveniente realizarlo una vez se ha retirado del almacenamiento húmedo.

Las tolerancias de tiempo según la edad de ensayo de los especímenes, son las siguientes:

Tabla 4 Especímenes Sometidos A Compresión

EDAD DE ENSAYO	TOLERANCIA ADMISIBLE
24 h	±0.5 h
3 d	± 2 h
7 d	± 6 h
14 d	± 12 h
28 d	± 20 h
90 d	± 2 d

Fuente: Propia

Si no lo contradice el especificador del ensayo, la edad este método de ensayo se calcula a partir del inicio del moldeo de los especímenes.

Colocar el espécimen sobre el bloque inferior de apoyo y alinee minuciosamente su eje con el centro de empuje del bloque superior de apoyo.

Antes de empezar el ensayo, verificar que el indicador de carga esté en cero.

Se aplica la carga de compresión hasta que el indicador de carga que muestra la pantalla de la máquina esté decreciendo y que el espécimen muestre fracturas bien notorias, no debe permitirse la pausa de compresión hasta que la carga haya caído por debajo del 95 % de la carga máxima detectada.

Se registra la carga máxima que alcanzó a soportar el espécimen y también se registra el tipo de fractura que tuvo el espécimen

1. falla tipo cono en lados: conos en lados en esquina superior o inferior, fisuras a través de los cabezales.



Falla tipo cónica

2. falla tipo cónica y dividida: conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo.



Falla tipo cónica y dividida

3. falla tipo cónica y transversal: conos bien formados en un extremo, fisuras transversales a los extremos del cilindro.



Falla tipo cónica y transversal

4. falla tipo transversal o corte: fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpee suavemente para distinguir del tipo de falla (a).



Falla tipo transversal

5. falla tipo columna: fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados.



Falla tipo columna

Informe

Se debe reportar

- Descripción de identificación de cada espécimen
- El diámetro del espécimen en mm
- Altura del espécimen en mm
- Carga máxima en KN
- Tipo de fractura
- Edad del espécimen hasta el momento del ensayo

Precisión

Esta tabla provee la precisión para ensayos de cilindros de 150 mm por 300 mm, y 100 mm por 200 mm.

Tabla 5 Precisión

	coeficiente de variacion	Rango permitido en resistencia de especimenes	
		2 cilindros	3 cilindros
150 mm por 300 mm			
condiciones de laboratorio	2.40%	6.60%	7.80%
condiciones de obra	2.90%	8.00%	9.50%
100 mm por 200 mm			
condiciones de laboratorio	3.20%	9.00%	10.60%

Fuente: Propia

Ensayo Para Especímenes De 6" x 12" (150mm X 300mm)

- Alistar las herramientas para elaborar probetas

Ilustración 4 Herramientas Para Elaboración De Probetas

Fuente: Propia

□ Paso 1

- Preparar la mezcla de concreto, su tamaño debe ser tal, que deje un 10% en residuos una vez realizada la elaboración de las probetas.

Ilustración 5 Preparar La Mezcla De Concreto

Fuente: Propia

□ Paso 2

- Mezcla en máquina- para compensar el material que se queda adherido a la mezcladora es necesario proporcionar una cantidad de mortero en exceso, en la maquina se debe introducir inicialmente el agregado grueso, una parte del agua requerida y el aditivo si es requerido debe dispersarse en el agua antes de su adicción a la mezcla, así poner a rotar la máquina y seguidamente incorporar el agregado fino, el cemento y el agua faltante. Luego de 3 minutos se detiene por 3 minutos para volver a poner en rotación la máquina por 2 minutos más, el orificio de la máquina debe cubrirse para evitar la evaporación del agua durante el tiempo de

reposo, una vez terminado el mezclado se debe depositar el concreto en la carretilla limpia y seca.

Ilustración 6 Mezcla En Maquina



Fuente: Propia

□ Paso 3

- Mezcla manual- realizar la mezcla en la bandeja metálica limpia, se mezcla con palustre el cemento, el aditivo en polvo si es requerido y el agregado fino hasta obtener una mezcla uniforme, luego adicionar el agregado grueso, mezclar hasta conseguir nuevamente una mezcla uniforme, y seguidamente se agrega el agua y el aditivo soluble si es requerido, terminar de mezclar hasta obtener un concreto homogéneo.

Ilustración 7 Mezcla En Manual



Fuente: Propia

□ Paso 4

- Llenar el molde en tres capas de igual volumen:

Colocar el concreto en el molde usando un cucharón, moverlo alrededor del borde superior del molde a medida que se descargue el concreto para lograr una correcta distribución, hasta llenar el primer tercio del molde.

Ilustración 8 Llenar Molde En Tres Capas

Fuente: Propia

□ Paso 5

- Compactar esta primera capa de concreto en todo su espesor con 25 penetraciones por la punta redondeada de la varilla larga, distribuyéndolos uniformemente en forma de espiral y terminando en el centro, y con el mazo golpear ligeramente los lados del molde 15 veces.

Ilustración 9 Compactar Primera Capa



Fuente: Propia

Ilustración 10 Apisonado



Fuente: Propia

Ilustración 11 Golpes Con Mazo

Fuente: Propia

□ Paso 6

- Repetir el procedimiento de colocación de concreto para la segunda capa, el varillado las mismas 25 veces pero se compacta penetrando no más de 1 pulgada en la capa anterior, los golpes con el mazo 15 veces igual que la capa anterior.

Ilustración 12 Colocación Segunda Capa

Fuente: Propia

□ Paso 7

- Para la tercera capa, agregar la cantidad de concreto suficiente para que el molde quede lleno después de la compactación, que debe realizarse de la misma manera que en las capas anteriores.

Ilustración 13 Golpes Con Mazo

Fuente: Propia

□ Paso 8

- Enrasar el exceso de concreto con la varilla de compactación la menor cantidad de veces posibles y completar con una llana metálica para lograr una superficie lisa.

Ilustración 14 . Enrasar



Fuente: Propia

□ Paso 9

- Repetir esta elaboración de especímenes con los 8 moldes.

Ilustración 15 Terminado todos las probetas



Fuente: Propia

Ilustración 16 Terminado todas las probetas 2



Fuente: Propia

□ Paso 10

- Identificar cada espécimen, con la fecha de su elaboración, el tipo de estructura que representa y su enumeración según el orden, escribir estos datos en un papel y pegarlo con vinipel en el molde.

Ilustración 17 Identificación



Fuente: Propia

□ Paso 11

- Proteger la cara descubierta de los moldes con vinipel para evitar la evaporación del agua.

Ilustración 18 Protección de la probeta



Fuente: Propia

□ Paso 12

- Ubicar los especímenes con cuidado en el lugar de almacenamiento adecuado.

Ilustración 19 Almacenamiento

Fuente: Propia

□ Paso 13

- Luego de haber transcurrido 24 horas desde la elaboración de los especímenes, estos habrán terminado su curado inicial, se procede a desmoldar, hecho esto, deben marcarse cada espécimen con corrector en la cara circular con su respectiva identificación.

Ilustración 20 Desmolde



Fuente: Propia

Ilustración 21 Marcación De Espécimen

Fuente: Propia

□ Paso 14

- Inmediatamente sin que transcurran más de 30 minutos se deben introducir los especímenes en el tanque de agua adecuado para su curado final.

Ilustración 22 Introduce los especímenes en tanque



Fuente: Propia

□ Paso 15

- Brindar al laboratorio una remisión con la información de cada uno de los especímenes de concreto que se les está realizando su control y calidad.

medir el diámetro, y medir la masa del cilindro con una báscula gramo a gramo, estos datos deben anotarse en el formato con fecha de la falla para calcular la resistencia del concreto según sus dimensiones y edad.

Ilustración 24 Medición Del Diámetro



Fuente: Propia

Ilustración 25 Medición de longitud.



Fuente: Propia

Ilustración 26 Medición de la masa

Fuente: Propia

□ Paso 17

- Limpiar los apoyos de la máquina, colocar el espécimen sobre el bloque inferior de apoyo y alinee minuciosamente su eje con el centro de empuje del bloque superior de apoyo.

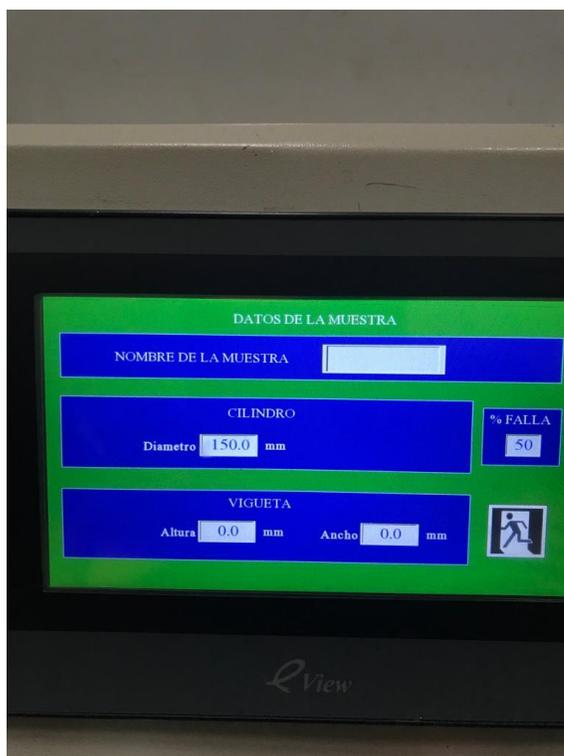
Ilustración 27 Ubicación De Espécimen En La Maquina



Fuente: Propia

□ Paso 18

- Configurar la máquina según el tamaño del espécimen que se va a someter.

Ilustración 28 Configurar Maquina

Fuente: Propia

□ Paso 19

- Antes de empezar el ensayo, verificar que el indicador de carga esté en cero.

Se aplica la carga de compresión hasta que el indicador de carga que muestra la pantalla de la máquina esté decreciendo y que el espécimen muestre fracturas bien notorias, no debe permitirse la pausa de compresión hasta que la carga haya caído por debajo del 95 % de la carga máxima detectada.

Ilustración 29 Resistencia Máxima De La Muestra

Fuente: Propia

□ Paso 20

- Se registra la carga máxima que alcanzó a soportar el espécimen y también se registra el tipo de fractura que tuvo el espécimen

Ilustración 30 Registro De Cada Espécimen

CSA INGENIERIA LTDA		RESISTENCIA A LA COMPRESION						Codigo:PML-F64 Fecha: 01.11.2015 Version 2				
OBJETO: MANUAL.												
INTERESADO: PRACTICANTE												
LUGAR: VILLAVICENCIO												
DESCRIPCION: MUESTRAS DE CONCRETO 6x12" y 4x8"												
FECHA INFORME:												
NORMA TECNICA: NTC 673 -1513; INV E-410												
Descripcion	Fecha Fundida	Edad (Dias)	Fecha Rotura	Diametro (cms)	Altura (cms)	Peso (grs)	Carga aplicada (Kgs)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Columna, 3000 PSI	13/06/22	7	20/08/22	15,1	20	12788	22669					X
		7	20/06/22	15,1	20,1	12697	25946					X

Fuente: Propia

□ Paso 21

- Repetir el ensayo a compresión con 2 especímenes a la edad de 14 días.

Ilustración 31 Registro A Los 14 Días

CSA INGENIERIA LTDA		RESISTENCIA A LA COMPRESION						Codigo:PML-F64 Fecha: 01.11.2015 Version 2				
OBJETO: MANUAL.												
INTERESADO: PRACTICANTE												
LUGAR: VILLAVICENCIO												
DESCRIPCION: MUESTRAS DE CONCRETO 6x12" y 4x8"												
FECHA INFORME:												
NORMA TECNICA: NTC 673 -1513; INV E-410												
Descripcion	Fecha Fundida	Edad (Dias)	Fecha Rotura	Diametro (cms)	Altura (cms)	Peso (grs)	Carga aplicada (Kgs)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Columna, 3000 PSI	13/06/22	7	20/08/22	15,1	20	12788	22669					X
		7	20/06/22	15,1	20,1	12697	25946					X
		14	27/06/22	15,1	20,1	12803	32499			X		
		14	27/06/22	15	20,1	12811	34692					X

Fuente: Propia

□ Paso 22

- Repetir el ensayo a compresión con 2 especímenes a la edad de 28 días.

Ilustración 32 Registro A Los 28 Días

CSA		RESISTENCIA A LA COMPRESION						Codigo: PML-F64				
INGENIERIA LTDA //								Fecha: 01.11.2015				
								Version 2				
OBJETO: MANUAL.												
INTERESADO: PRACTICANTE												
LUGAR: VILLAVICENCIO												
DESCRIPCION: MUESTRAS DE CONCRETO 6X12" y 4x8"												
FECHA INFORME:												
NORMA TECNICA: NTC 673-1513; INV E-410												
Descripcion	Fecha Fundida	Edad (Dias)	Fecha Rotura	Diametro (cms)	Altura (cms)	Peso (grs)	Carga aplicada (Kgs)	<input type="checkbox"/>				
CONCRETO 7000 PSI	13/06/22	7	20/08/22	15,7	20	12788	22889					X
		7	20/08/22	15,7	20,1	12697	28946					X
		14	23/08/22	15,7	20,1	12903	32499			X		
		14	23/08/22	15	20,1	12811	34692					X
		28	11/09/22	15	20	12799	43492					X
		28	11/09/22	15	20	12789	48697					X
		T										
		T										

Fuente: Propia

□ Paso 23

Ensayo Para Especímenes De 4" x 8" (100mm X 200mm)

- Alistar los equipos para elaborar probetas.

Ilustración 33 Moldes para elaborar probetas



Fuente: Propia

□ Paso 1

- Preparar la mezcla de concreto, su tamaño debe ser tal, que deje un 10% en residuos una vez realizada la elaboración de las probetas.

Ilustración 34 Preparar La Mezcla De Concreto

Fuente: Propia

□ Paso 2

- Mezcla en máquina- para compensar el material que se queda adherido a la mezcladora es necesario proporcionar una cantidad de mortero en exceso, en la maquina se debe introducir inicialmente el agregado grueso, una parte del agua requerida y el aditivo si es requerido debe dispersarse en el agua antes de su adicción a la mezcla, así poner a rotar la máquina y seguidamente incorporar el agregado fino, el cemento y el agua faltante. Luego de 3 minutos se detiene por 3 minutos para volver a poner en rotación la máquina por 2 minutos más, el orificio de la máquina debe cubrirse para evitar la evaporación del agua durante el tiempo de

reposo, una vez terminado el mezclado se debe depositar el concreto en la carretilla limpia y seca.

Ilustración 35 Mezcla En Maquina



Fuente: Propia

□ Paso 3

- Mezcla manual- realizar la mezcla en la bandeja metálica limpia, se mezcla con palustre el cemento, el aditivo en polvo si es requerido y el agregado fino hasta obtener una mezcla uniforme, luego adicionar el agregado grueso, mezclar hasta conseguir nuevamente una mezcla uniforme, y seguidamente se agrega el agua y el aditivo soluble si es requerido, terminar de mezclar hasta obtener un concreto homogéneo.

Ilustración 36 Bandeja Metálica

Fuente: Propia

□ Paso 4

- Llenar el molde en dos capas de igual volumen:

Colocar el concreto en el molde usando un cucharón, moverlo alrededor del borde superior del molde a medida que se descargue el concreto para lograr una correcta distribución, hasta llenar la mitad del molde.

Ilustración 37 Llenado De Molde

Fuente: Propia

□ Paso 5

- Compactar esta primera capa de concreto en todo su espesor con 25 penetraciones por la punta redondeada de la varilla corta, distribuyéndolos uniformemente en forma de espiral y terminando en el centro, y con el mazo golpear ligeramente los lados del molde 15 veces.

Ilustración 38 Compactar Primera Capa



Fuente: Propia

Ilustración 39 Golpes con mazo

Fuente: Propia

□ Paso 6

- Repetir el procedimiento de colocación de concreto para la segunda capa, agregar la cantidad de concreto suficiente para que el molde quede lleno después de la compactación, el varillado las mismas 25 veces pero se compacta penetrando no más de 1 pulgada en la capa anterior, los golpes con el mazo 15 veces igual que la capa anterior.

Ilustración 40 Apisonamiento Segunda Capa



Fuente: Propia

□ Paso 7

- Enrasar el exceso de concreto con la varilla de compactación la menor cantidad de veces posibles y completar con una llana metálica para lograr una superficie lisa.

Ilustración 41 Enrasar



Fuente: Propia

□ Paso 8

- Repetir esta elaboración de especímenes con los 8 moldes.

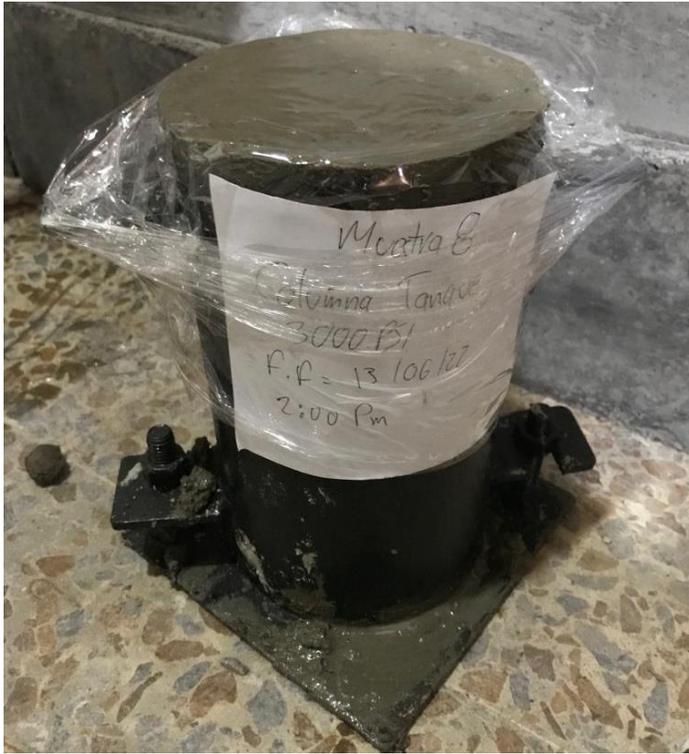
Ilustración 42 Todos los especímenes terminados



Fuente: Propia

□ Paso 9

- Identificar cada espécimen, con la fecha de su elaboración, el tipo de estructura que representa y su enumeración según el orden, escribir estos datos en un papel y pegarlo con cinta en el molde.

Ilustración 43 Identificación De La Muestra

Fuente: Propia

□ Paso 10

- Proteger la cara descubierta de los moldes con vinipel para evitar la evaporación del agua.

Ilustración 44 Protección Del Espécimen



Fuente: Propia

□ Paso 11

- Ubicar los especímenes con cuidado en el lugar de almacenamiento adecuado.

Ilustración 45 Almacenamiento

Fuente: Propia

□ Paso 12

- Luego de haber transcurrido 24 horas desde la elaboración de los especímenes, estos habrán terminado su curado inicial, se procede a desmoldar, hecho esto, deben marcarse cada espécimen con corrector en la cara circular con su respectiva identificación.

Ilustración 46 Desmolde de probetas

Fuente: Propia

□ Paso 13

- Inmediatamente sin que transcurran más de 30 minutos se deben introducir los especímenes en el tanque de agua adecuado para su curado final.

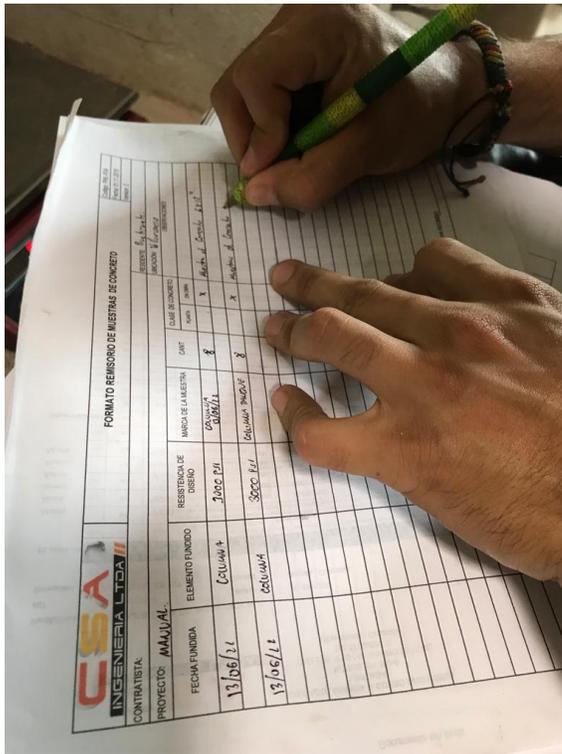
Ilustración 47 Introduce Los Especímenes Al Tanque Agua

Fuente: Propia

□ Paso 14

- Brindar al laboratorio una remisión con la información de cada uno de los especímenes de concreto que se les está realizando su control y calidad.

Ilustración 48 Remisión



Fuente: Propia

□ Paso 15

- **Ensayo a compresión:**
- Transcurridos 7 días desde la elaboración de los especímenes deberá someterse al ensayo de compresión 2 de los 8 especímenes.
- Sacar el espécimen del tanque, retirar su humedad superficial con una toalla, medir la longitud en tres posiciones espaciadas de la misma distancia alrededor de la circunferencia, calcular su promedio y regístrala con una aproximación a 1 mm, de igual manera medir el diámetro, y medir la masa del cilindro con una báscula gramo a gramo, estos datos

deben anotarse en el formato con fecha de la falla para calcular la resistencia del concreto según sus dimensiones y edad.

Ilustración 49 Secado De Probetas



Fuente: Propia

Ilustración 50 Medición De Diámetro



Fuente: Propia

Ilustración 51 Medición De Longitud



Fuente: Propia

Ilustración 52 Medición De Masa

Fuente: Propia

□ Paso 16

- Limpiar los apoyos de la máquina, colocar el espécimen sobre el bloque inferior de apoyo y alinee minuciosamente su eje con el centro de empuje del bloque superior de apoyo.

Ilustración 53 Bloques De Apoyo



Fuente: Propia

□ Paso 17

- Configurar la máquina según el tamaño del espécimen que se va a someter.

Ilustración 54 Configuración De Maquina

Fuente: Propia

□ Paso 18

- Antes de empezar el ensayo, verificar que el indicador de carga esté en cero; se aplica la carga de compresión hasta que el indicador de carga que muestra la pantalla de la máquina esté decreciendo y que el espécimen muestre fracturas bien notorias, no debe permitirse la pausa de compresión hasta que la carga haya caído por debajo del 95 % de la carga máxima detectada.

Ilustración 55 Resistencia Máxima De La Muestra



Fuente: Propia

Ilustración 56 Espécimen Fallado



Fuente: Propia

□ Paso 19

- Se registra la carga máxima que alcanzó a soportar el espécimen y también se registra el tipo de fractura que tuvo el espécimen.

Ilustración 57 Registro de la carga

CSA		RESISTENCIA A LA COMPRESION						Codigo: PML-F64 Fecha: 01.11.2015 Version 2				
OBJETO: MANUAL												
INTERESADO: PRACTICANTE												
LUGAR: VILLAVICENCIO												
DESCRIPCION: MUESTRAS DE CONCRETO 6x12" y 4x8"												
FECHA INFORME:												
NORMA TECNICA: NTC 673-1513; INV E-410												
Descripcion	Fecha Fundida	Edad (Dias)	Fecha Rotura	Diametro (cms)	Altura (cms)	Peso (gms)	Carga aplicada (Kgs)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Columna 3000 Psi	13/06/22	7	20/08/22	15,1	20	12798	22669					X
		7	20/08/22	15,1	20,1	12697	28946					X
		14	27/08/22	15,1	20,1	12803	32499		X			
		14	27/08/22	15	20,1	12811	34692					X
		28	11/07/22	15	20	12799	43492					X
		28	11/07/22	15	20	12384	45687				X	
		T										
		T										
Columna 7000 Psi	13/06/22	7	20/08/22	10	20	3720	11922					X
2000 Psi	20/06/22	7	20/08/22	10,1	20	3711	12344					X

Fuente: Propia

Paso 20

- Repetir el ensayo a compresión con 2 especímenes a la edad de 14 días.

Ilustración 58 Registro De Ensayo A 14 Días

CSA		RESISTENCIA A LA COMPRESION						Codigo: PMI-F64 Fecha: 01.11.2015 Version 2			
OBJETO: MANUAL											
INTERESADO: PRACTICANTE											
LUGAR: VILLAVICENCIO											
DESCRIPCION: MUESTRAS DE CONCRETO 6x12" y 4x8"											
FECHA INFORME:											
NORMA TECNICA: NTC 673-1513; INV E-410											
Descripcion	Fecha Fundida	Edad (Dias)	Fecha Rotura	Diametro (cms)	Altura (cms)	Peso (grs)	Carga aplicada (Kgs)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
COLUMNA 3000 P.H	13/06/22	7	20/08/22	15,1	20	12798	22889				X
		7	20/08/22	15,1	20,1	12697	25946				X
		14	23/06/22	15,1	20,7	12803	32499		X		
		14	23/06/22	15	20,1	12811	34692				X
		28	11/07/22	15	20	12799	43992				X
		28	11/07/22	15	20	12789	45687				X
		T									
		T									
COLUMNA TADQUE 3000 P.H	13/06/22	7	20/08/22	10	20	3720	11922				X
		7	20/08/22	10,1	20	3711	12344				X
		14	23/06/22	10	20	3892	14694				X
		14	23/06/22	10	20	3745	16368				X

Fuente: Propia

Paso 21

- Repetir el ensayo a compresión con 2 especímenes a la edad de 28 días.

Ilustración 59 Registro De Ensayo A 28 Días

CSA INGENIERIA LTDA		RESISTENCIA A LA COMPRESION						Codigo: FMI-F64 Fecha: 01.11.2015 Version 2				
OBJETO: ANUAL.												
INTERESADO: PRACTICANTE												
LUGAR: VILLAVICENCIO												
DESCRIPCION: MUESTRAS DE CONCRETO 6x12" y 4x8"												
FECHA INFORME:												
NORMA TECNICA: NTC 673-1513; INV E-410												
Descripcion	Fecha Fundida	Edad (Dias)	Fecha Rotura	Diametro (cms)	Altura (cms)	Peso (gms)	Carga aplicada (Kgs)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Columna 3000 PSI	13/06/22	7	20/08/22	15,1	20	12798	22664					X
		7	20/08/22	15,1	20,1	12697	28946					X
		14	27/06/22	15,1	20,1	12803	32444		X			
		14	27/06/22	15	20,1	12811	34692					X
		28	11/07/22	15	20	12799	43492					X
		28	11/07/22	15	20	12884	45697					X
		T										
		T										
Columna 2000 PSI	13/06/22	7	20/08/22	10	20	3720	11922					X
		7	20/08/22	10,1	20	3711	12344					X
		14	27/06/22	10	20	3892	14694			X		
		14	27/06/22	10	20	3745	16368			X		
		28	11/07/22	10	20	3704	21821					X
		28	11/07/22	10	20	3724	23644					X
		T										
		T										

Fuente: Propia

Paso 22

Limitaciones, Conclusiones Y Recomendaciones

La falta de procedimientos de diseños de mezcla requeridos por los clientes de Csa Ingeniería, no me dejaba empezar a realizar la elaboración de probetas cilíndricas.

Al estar enfocado en aprender sobre los ensayos que se realizan en la empresa me está tomando más tiempo la organización de la información en el manual.

Para la carrera de un ingeniero civil es de vital importancia conocer la teoría y la práctica de los procesos que se realizan en un laboratorio de ingeniería, esto fortalecerá su conocimiento con buenas bases.

Todo el tiempo dedicado a las prácticas empresariales en Csa Ingeniería, me ayudo ampliar mi conocimiento y tener una mejor perspectiva sobre el estudio que se realiza a los suelos y el control de calidad que se realiza a los concretos y asfaltos.

La teoría que nos brinda las normas vigentes encargadas de la elaboración, curado y ensayo a compresión de concretos cilíndricos, no es suficiente para realizar estos procedimientos de una manera adecuada, es necesario la investigación de la práctica; por eso la necesidad de requerir al laboratorio Csa Ingeniería, allí adquirimos el conocimiento sobre la práctica y se concluye que es necesario una buena capacitación para realizar estos procedimientos, tener una herramienta para guiarnos por medio de contenido multimedia y un sistema de verificación, son relevantes para un desarrollo óptimo de la práctica.

Referencias

Mario, J. (2008). *Ensayo a compresión de cilindros de concreto*. Ingevil.blogspot.com. Retrieved 25 November 2021, from <http://ingevil.blogspot.com/2008/10/ensayo-compresin-de-cilindros-de.html>.

Ayala del Toro, Y., Delgado, H., Cuellar, V., & Salazar, A. (2019). *Manual de ensayos para laboratorio*. Imt.mx, de <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt551.pdf>.

García, R. *manual de ensayos de laboratorio de concreto | Concreto | Cemento | uDocz*. uDocz. Consultado el 1 de octubre de 2021 en <https://www.udocz.com/co/read/55697/manual-de-ensayos-de-laboratorio-de-concreto>.

Londoño Velásquez, L. G. (1997). *Manual para el control de calidad en estructuras de concreto reforzado*. Escuela de Construcción.

CSA Ingeniería LTDA, C. (2015). Retrieved 28 October 2021, from <https://www.csaingenierialtda.com/>.

Fallas, G. G., Madrigal, C. H., García, M. P., Valenciano, I. R., Vega, L. D. R., & Guzmán, G. S. (2012). *Efecto de la variación agua/cemento en el concreto*. *Tecnología en marcha*, 25(2), 80-86.

Ospino, M. J. Z., Torres, R. V., Monterrosa, M. J. A., Montes, E. T., & Padilla, B. H. (2018). *COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CILINDRO. COMPRESIÓN DE PROBETAS DE CILINDRO*.

QUINTERO ORTÍZ, L. A., Herrera, J., Corzo, L., & García, J. (2011). Relación entre la resistencia a la compresión y la porosidad del concreto evaluada a partir de parámetros ultrasónicos. Revista ION, 24(1), 69-76.

Vanegas Laiton, J. C. (2020). Acompañamiento y optimización de tiempos en la sistematización de procesos manuales realizados en el área operativa de las instalaciones del laboratorio IngelabSP Ltda (Doctoral dissertation, Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Ingeniería Civil, Villavicencio).

Botía Díaz, W. A. (2016). Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.

Chajón Lutín, M. O. (2014). Diseño de procedimientos del sistema de gestión de la calidad ISO 17025 para los requisitos técnicos en el ensayo a compresión de cilindros de concreto en la sección de agregados, concretos y morteros del Centro de Investigación de Ingeniería (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).

Martinez, J. M. U. (2017). Prototipo de una máquina de ensayo en compresión para el estudio mecánico de probetas por medio de interferometría holográfica digital.

Patiño, O., & Méndez, R. (2017). Control de calidad del concreto (Normas, pruebas y cartas de Control).

Frisancho Cáceres, F. E. (2016). Control de calidad de suelos y concreto endurecido en proyectos de obras Públicas y Privadas.

Lavarello Diaz, G., & Valderrama Mezarina, R. E. (2019). Factores del proceso de moldeo de probetas que influyen en la reducción de la resistencia a la compresión del concreto.

Silva Rojas, I. M. (2017). Estudio petrográfico para explicar la reducción de la resistencia a la compresión de especímenes de concreto con diferentes porcentajes de reemplazo

de cemento por ceniza volante de Termotasajero.

Carcaño, R. S., & Moreno, E. I. (2005). Influencia del curado húmedo en la resistencia a compresión del concreto en clima cálido subhúmedo. Ingeniería, 9(3), 5-17.

Huanca, S. L. (2006). Diseño de mezclas de concreto. Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Civil, Perú.

Anexo

Ilustración 60 Acta de conformidad de la organización.



EL SUSCRITO REPRESENTANTE LEGAL

CERTIFICA QUE:

El señor **JEFFERSON ALBERTO CANO PADILLA**, identificado con **C.C.1.121.944.735** de Villavicencio, del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Cooperativa de Colombia, realizó prácticas profesionales en nuestra empresa desde el 14 de Marzo del 2022 hasta el 30 de Junio del 2022, cumpliendo a cabalidad las siguientes labores:

- Ejecutar propuesta de grado
- Apoyo en el área de concretos
- Realizar informes.

Horarios de trabajo:

8:00am-12pm de lunes a sábado

La presente se expide en la ciudad de Villavicencio a solicitud del interesado a los Veinticuatro (24) días del mes de octubre de 2022.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Gina Liliana Cuero Rodríguez'.

GINA LILIANA CUERO RODRIGUEZ
Representante Legal